

색, 공간 주파수, 자극의 형태가 색채 유도 현상에 미치는 효과*

차 한 님 송 재 선 정 우 현[†]

충북대학교 심리학과

자극을 구성하는 색, 공간 주파수 그리고 자극의 형태가 색채 유도 현상에 미치는 효과를 알아보기 위한 두 개의 실험이 수행되었다. 실험 1에서는 유도 색과 검사 색의 종류에 따른 색채 유도 현상의 차이를 알아보았다. 실험에 사용된 자극은 동심원 형태의 S-cone 패턴 자극과 L-cone 패턴 자극이었다. 실험 1의 결과 유도 색이 S-cone 패턴일 때와 L-cone 패턴일 때 모두 색채 유도 현상이 나타났으며 자극이 S-cone 패턴일 때 유도 색이 보라색인 경우 색채 유도 현상이 강하게 지각되었다. 검사 색도 색채 유도현상에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 실험 2에서는 공간 주파수 정보와 자극의 형태가 색채 유도 현상에 미치는 효과를 알아보았다. 자극의 형태는 원, 직선, 호의 세 가지가 사용되었다. 실험 결과 자극의 형태와 관계없이 공간 주파수가 높을수록 색채유도현상이 강하게 지각되었다. 이러한 결과는 색채 유도 현상의 발생이 시각정보처리의 초기 단계와 관련이 높다는 것을 시사한다.

주제어 : 색채 유도 현상, 색채 동화, 유도 색, 공간 주파수, S-cone 패턴, L-cone 패턴

* 이 논문은 2011년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

본 논문은 제1저자 차한님의 석사학위 청구 논문을 수정, 보완한 것임.

[†] 교신저자 : 정우현, 충북대학교 심리학과, (361-763) 충북 청주시 흥덕구 성봉로 410

E-mail : com4man@gmail.com

물리적으로 동일한 색이 주변 색의 영향을 받아 마치 다른 색처럼 지각되는 현상이 발생될 수 있는데 이런 현상을 색채 유도 현상(chromatic induction)이라고 한다(Cao & Shevell, 2005; Devinck, Hardy, Delahunt, Spillmann, & Werner, 2006; Logvinenko & Hutchinson, 2007; Shevell, 2003; Smith, Jin, & Pokorny, 1998; Walraven, 1973). 그림 1은 색채 유도 현상이 지각되는 대표적인 예이다. 그림 1을 살펴보면 보라색 선분과 녹색 선분이 교차되어있는 수평 격자 자극에 동일한 색의 짧은 막대들이 추가되어 있다. 보라색 선분들 사이에 추가된 동일한 색의 짧은 막대들은 녹색 선분들의 사이에 추가되었을 때와 다른 색인 것처럼 보인다. 왼쪽의 짧은 막대들은 분홍색이나 보라색에 가깝게 지각되고 오른쪽의 짧은 막대들은 황토색이나 짙은 살구색에 가깝게 지각된다. 지각되는 현상만으로는 두 색이 물리적으로 전혀 다른 색이라고 판단할 가능성이 매우 높다. 그러나 양쪽의 막대들의 색은 물리적으로 완벽히 동일한 색이다. 이러한 현상이 발생하는 이유는 짧은 막대들을 둘러싸고 있는 주변 색이 색 지각에 영향을 주었기 때문이다. 왼

쪽에 있는 짧은 막대들은 녹색 선분 위에 놓여있는 동시에 보라색 선분들로 둘러싸여 있다. 반대로 오른쪽에 있는 짧은 막대들은 보라색 선분 위에 놓여있는 동시에 녹색 선분들 사이에 위치한다. 즉 왼쪽에 있는 짧은 막대들은 주변 색이라고 할 수 있는 보라색의 영향을 받았고, 오른쪽에 있는 짧은 막대들은 주변 색인 녹색의 영향을 받아 서로 다른 색처럼 지각된 것이다.

색채 유도 현상은 크게 색채 대비(color contrast) 현상과 색채 동화(color assimilation) 현상으로 나뉜다. 색채 대비 현상은 물리적으로 동일한 두 색이 서로 다른 주변 영역 색의 영향을 받아 주변 영역 색의 보색에 가까운 색으로 지각되는 현상이고, 색채 동화 현상은 물리적으로 동일한 두 색이 서로 다른 주변 영역 색의 영향을 받아 주변 영역 색과 유사한 색으로 지각되는 현상이다. 그림 1에서 지각되는 현상은 후자인 색채 동화 현상을 보여주는 예이다. 색채 동화 현상과 색채 대비 현상은 모두 지각적으로 강력한 현상이다. 색채 대비 현상의 연구 결과들은 비교적 일관성 있게 보고되어 왔으며 신경생리학적 근거도 분

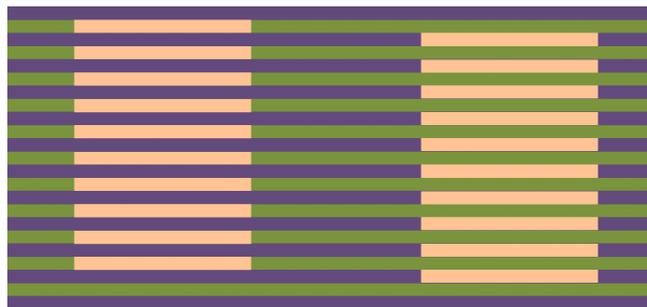


그림 1. 색채 유도 현상의 예. 보라색과 녹색 막대 사이의 짧은 막대의 색이 다르게 지각되는 현상이다.

명하다고 볼 수 있다(Engel & Furmanski, 2001; Singer & DZmura, 1994). 색채 대비 현상과 달리 색채 동화 현상에 대한 연구는 자극의 종류나 형태에 따라서 연구 결과가 일관적이지 않고 신경생리학적 원인 규명이 어렵다. 이러한 색채 동화 현상의 배후 기제를 밝혀내기 위한 시도들은 계속되고 있다(Cao & Shevell, 2005; Monnier & Shevell, 2004; ; Smith, Jin, & Pokorny, 2001; Shevell & Cao, 2006). 본 연구에서도 색채 동화 현상에 영향을 미칠 수 있는 변인을 조작하여 색채 동화 현상이 유발되는 조건과 그 배후 기제를 살펴보았다. 지각적 특징을 표현하는 색채 동화 현상이라는 용어 보다는 주변 색의 영향을 받아 발생한다는 개념을 포함하는 색채 유도 현상이 더 직접적인 표현이 될 수 있다. 본 연구에서는 이후부터 색채 동화 현상을 색채 유도 현상으로 언급한다.

색채 유도 현상에 대한 선행 연구들을 종합해 보면 색채 유도 현상에 영향을 미치는 다수의 변인이 확인된다. 그 중 첫 번째는 자극

을 구성하는 색이다. 자극을 구성하는 색은 크게 색채 유도 현상을 유도하는 색(주변 색, 이하 유도 색)과 색채 유도 현상이 지각되는 색(이하 검사 색)으로 나눌 수 있다. 그 중에서도 색채 유도 현상을 지각하는데 가장 중요한 요인은 주변 색이라고 할 수 있다. 유도 색의 효과에 대한 기존의 연구들은 상반된 결과를 제시하고 있다(Monnier & Shevell, 2004; Shevell, 1992; Smith at al., 2001). Smith, Jin 그리고 Pokorny(2001)는 CIE 색 좌표를 변형한 추상채 반응 기반 색 좌표에서 다양한 종류의 색을 추출하여 유도 색이 색채 유도 현상에 미치는 효과를 알아보았다. 그 결과 유도 색의 종류는 색채 유도 현상에 영향을 주지 않았다. Monnier와 Shevell(2004)의 연구에서는 Smith 외 2명의 연구에서와 다른 결과가 관찰되었다. 이들은 추상채 반응 기반 색 좌표에서 보라색과 라임색을 선별하여 유도 색을 구성하였다. 추상채 반응 기반 색 좌표는 s 축과 l 축으로 이루어져 있다. s 축은 색을 지각할 때 L-cone와 M-cone의 반응을 최대한 통제한

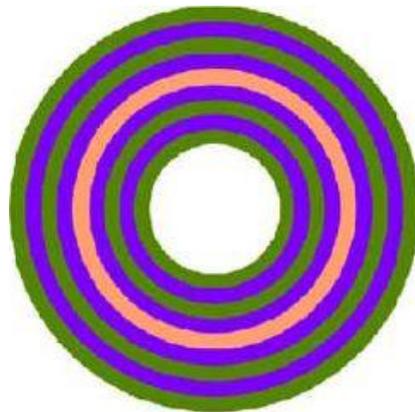


그림 2. Shevell과 Monnier(2005)의 실험에 사용된 자극
예. 동심원 형태를 이루고 있는 S-cone 패턴 자극이다.

상태에서 S-cone의 반응 수준에 따라 지각되는 색들로 이루어져있다. l 축은 S-cone과 M-cone의 반응이 최대한 통제되고 L-cone의 반응만 달라지는 색들로 구성되어있다. 이 연구에서 사용된 보라색과 라임색은 s 축의 값만 다르고 l 축 값은 같은 S-cone 패턴의 자극이었으며 이 자극에서 색채 유도 현상이 관찰되었다. Monnier와 Shevell은 S-cone 패턴의 색을 동심원 형태(그림 2)로 제시하였다. 그 결과 유도 색이 보라색과 라임색으로 구성된 S-cone 패턴일 때는 색채 유도 현상이 관찰되었으나 다른 자극에서는 색채 유도 현상이 상대적으로 잘 나타나지 않았다. Smith 등의 연구 결과와 Monnier와 Shevell의 연구 결과 차이는 자극에 사용된 색과 밝기 차이 또는 자극의 형태 등에 의해 발생했을 가능성이 있다. Monnier와 Shevell의 연구에서는 그림 2와 같이 동심원 형태의 자극을 사용하였고 유도 색의 밝기보다 검사 색의 밝기가 더 밝았다. 반면에 Smith 등의 연구에서는 수평 막대가 나열된 자극(그림 1의 형태와 유사한 자극)을 실험에 사용하였고 실험에 사용된 모든 색의 밝기를 동일하게 조절하였다. 이와 같이 두 연구는 그 결과가 동일한 조건에서 얻어진 것으로 보기 어렵기 때문에 두 연구 결과 중 한 쪽을 지지하기에 어려움이 있다. 본 연구에서는 S-cone 패턴과 L-cone 패턴의 색으로 자극을 구성하고 자극을 구성하는 모든 색의 지각적 밝기와 자극의 형태를 동일하게 통제하여 오로지 색에 의한 효과를 관찰하였다.

만일 유도 색이 색채 유도 현상에 영향을 줄 수 있다면 색채 유도 현상이 유도되는 검사 색도 색채 유도 현상에 영향을 줄 가능성

이 있다. Smith, Jin 그리고 Pokorny(2001)의 연구 결과에 따르면 검사 색은 색채 유도에 현상에 영향을 주지 않았다. 이와 달리 Monnier와 Shevell(2004)은 S-cone 패턴 자극을 사용하여 검사 색의 효과를 알아보았다. 이들은 추상채 기반 색 좌표(MacLeod & Boynton, 1979)에서 S-cone 패턴의 색을 선별하여 자극을 구성하였다. 검사 색은 l 축에서 선별되었다. s 축 값은 고정되었고 l 축의 값만 큰 경우(즉, 붉은 계열의 색)와 작은 경우(초록 계열의 색)가 비교되었다. 그 결과 l 축 값이 작은 검사 색 조건에서 색채 유도 현상이 강하게 지각되었다. Monnier(2008)는 검사 색의 s 축 값을 조작하여 그 효과를 알아보는 연구를 진행하였다. 그 결과 검사 색의 좌표가 유도 색들의 사이에 위치할 때 색채 유도 현상이 강하게 지각되었다. Monnier와 Shevell(2004)의 연구와 Monnier(2008)의 연구에서는 S-cone 패턴 자극만을 사용하였고 유도 색과 검사 색의 밝기가 통제되지 않았다. 검사 색에 대한 기존 연구들의 결과들 또한 유도 색에 대한 연구와 마찬가지로 각 연구자들의 연구 조건이 상이하므로 그 결과가 일관적으로 보고되지 않는 문제가 있다.

색채 유도 현상에 영향을 주는 두 번째 요소는 공간 주파수(spatial frequency)이다. 기존 연구 결과들에 따르면 공간 주파수에 따라 색채 유도의 정도가 다르게 나타날 수 있다 (Barnes, Wei, & Shevell, 1999; Bäuml, 1995; Delahunt & Brainard, 2000; Derrington, Krauskopf, & Lennie, 1984; Jenness & Shevell, 1995; Sekiguchi, Williams, & Brainard, 1993; Shevell & Monnier, 2005; Singer & DZmura, 1994; Smith, Jin, & Pokorny, 2001). 공간 주파

수가 높으면 색채 유도 현상이 지각되고 공간 주파수가 낮으면 색채 대비 현상이 지각된다는 연구 결과들이 있으나 색채 유도 현상과 색채 대비 현상이 구별되는 공간 주파수의 값이 일치하지 않았다(Shevell & Monnier, 2005; Smith, Jin, & Pokorny, 2001).

Smith, Jin 그리고 Pokorny(2001)의 연구와 Shevell과 Monnier(2005)의 연구에서는 1 cpd 이하의 자극에서 색채 대비 현상이 지각되었다. 두 연구 모두 1 cpd 이상의 자극에서 색채 동화 현상이 나타났다. Smith 등의 연구에서는 자극이 4 cpd, 6 cpd일 때도 동화 현상이 지각되었으며 공간 주파수가 가장 높았던 9 cpd 자극에서 색채 동화 현상이 가장 강하게 지각되었다. 반면 Shevell과 Monnier의 연구에서는 공간 주파수가 3.3 cpd 일 때 색채 유도 현상이 가장 강하게 지각되었으며 자극의 공간 주파수가 그 이상으로 높아질 경우 색채 유도 현상이 감소하였다. 이러한 차이는 두 가지 이유에서 나타난 것일 수 있다. 우선 Shevell과 Monnier의 연구에서는 자극의 공간 주파수 수준에 따라 검사 색 영역의 폭을 함께 변형시키지 않고 항상 고정시킨 채 실험했기 때문일 수 있다. 다음으로는 사용된 자극 형태의 특수성 때문일 가능성이 있다. 이들은 동심원 모양의 S-cone 패턴 자극을 사용하였고 Smith 등(2001)의 연구에서는 수평 격자 형태의 자극을 실험에 사용하였다. S-cone 패턴 자극 외에 s 축 값은 동일하고 l 축의 값이 조작된 L-cone 패턴 자극 조건에서의 공간 주파수 효과를 알아 볼 필요가 있으며 자극의 형태가 공간 주파수 효과에 영향을 주었을 가능성이 있으므로 자극을 형태를 단계적으로 조작하여 두 변

인의 관계를 알아 볼 필요가 있다.

색채 유도 현상 중에서도 동화에 의한 색채 유도 현상에 대한 연구는 많이 이루어졌으나 그 결과들이 부분적으로만 일치하거나 상반되었다. 이러한 연구들의 큰 차이점으로 두 가지를 들 수 있다. 첫째는 각 연구에 사용된 자극을 구성하는 색의 종류와 그 밝기이다. 일부 연구에서는 실험에 사용된 색의 밝기를 모두 통제한 반면 일부 연구에서는 실험에 사용된 색의 밝기에 차이를 두었다. 실험에 사용된 색이 다르기 때문에 연구 결과가 특정 조건에서만 발생했을 가능성을 배제할 수 없다. 또한 실험에 사용된 색의 밝기 차이가 색채 유도 현상에 영향을 주었을 가능성이 있다. 마지막으로 기존의 연구들에서 사용된 자극의 형태가 다르기 때문일 가능성이 있다. 기존의 연구에서 사용된 자극들은 수평 막대가 나열된 형태이거나 동심원 모양의 자극으로 나뉘기 때문이다. 따라서 연구에 사용되는 자극 색의 밝기와 자극의 형태 등을 다르게 하여 기존의 연구 결과들의 한계를 극복하고 색채 유도 현상에 영향을 미치는 요인들에 대한 연구를 진행할 필요가 있다.

본 연구에서는 색채 동화 현상을 유도하는 유도 색과 색채 동화 현상이 나타나는 검사 색이 색채 유도 현상에 미치는 효과를 알아보았다. 색채 유도 현상에서 자극의 형태와 공간 주파수 정보가 색채 유도 현상에 미치는 영향을 관찰하였다. 실험 1에서는 색채 유도 현상에 영향을 주는 핵심 요인인 색의 효과를 알아보았다. 색채 유도 현상을 유도하는 색과 유도되는 색을 등광도 조건에서 다양한 수준으로 조작하여 자극을 구성하는 색의 관계가

색채 유도 현상에 미치는 효과를 알아보았다. 실험 2에서는 색채 유도 현상에 영향을 주는 시각적 속성 중의 하나인 공간 주파수에 따른 색채 유도 현상의 변화와 자극의 형태적 특성에 따른 색채 유도 현상의 차이를 알아보았다.

실험 1. 유도 색과 검사 색의 종류가 색채 유도 현상에 미치는 효과

실험 1에서는 색채 유도 현상에 영향을 주는 핵심 요인인 색의 효과를 알아보았다. 색채 유도 현상이 발생되기 위해서 가장 중요한 역할을 하는 요인은 유도 색이라고 할 수 있으므로 먼저 유도 색의 영향을 살펴볼 필요가 있다. 만일 유도 색이 색채 유도 현상에 영향을 미칠 수 있다면 색채 유도 현상이 지각되는 영역인 검사 색의 종류도 영향을 미칠 가능성이 있다. 색채 유도 현상에서 색(hue)의 효과를 알아보기 위해서는 색 지각에 영향을 미칠 수 있는 자극의 밝기를 통제할 필요가 있다. 색채 유도 현상은 색의 물리적 특성이 왜곡되어 지각되는 것이므로 물리적 밝기보다 지각된 밝기를 통제하는 것이 중요할 수 있다. 이에 따라 실험 1에서는 자극의 지각된 밝기를 통제하고 유도 색과 검사 색의 종류가 색채 유도 현상에 미치는 효과를 알아보았다. 실험에 사용된 모든 색은 추상체 기반 색 공간에서 선별하였다. *l* 축에서 선별한 두 가지 색으로 L-cone 패턴 자극을 만들었고, *s* 축에서 선별한 두 가지 색으로 S-cone 패턴 자극을 만들었다. 색채 유도 현상이 지각되는 색은 각 패턴 종류에 따라 두 수준씩 총 네 수준으로 조작되었다. 검사 색은 *l* 축을 조작하거나 *s*

축을 조작하여 총 다섯 가지의 색으로 구성되었고 네 가지 유도 색의 좌표 사이에 있는 색을 사용하였다.

방 법

참가자 연구자 한 명과 연구의 목적을 알지 못하는 네 명이 자발적으로 실험에 참가하였다. 이들은 모두 충북대학교 심리학과 대학원에 재학 중이었으며 시력과 색채시에 이상이 없었다.

장치 및 자극 자극은 해상도 1024 X 768 조건에서 17인치 CRT 모니터 상에 제시되었다. 실험의 배경 화면은 검은색이었고 자극이 제시되었을 때 모니터의 밝기는 0.3 cd/m²로 통제되었다. 밝기 및 색 측정 장치로 Minolta사의 CS-100A가 사용되었다. 본 연구에 사용된 자극은 그림 3과 같이 동심원 형태로 구성되었다(그림 3의 자극은 실제 실험에 사용된 자극을 도식화 한 것으로 실제 자극이 아님). 실험에 사용된 자극의 색은 참가자별 등광도 측정 절차를 통하여 제시되었다. 각 참가자가 자극을 구성하는 색들의 밝기가 모두 동일하다고 느끼는 시점의 밝기로 모든 자극이 제시되었다. 자극의 크기는 각각 시각(visual angle)으로 7° X 7°이었고 공간주파수는 4 cpd이었다(동심원을 구성하는 고리의 폭은 약 0.5 min). 추상체 기반 색 좌표(MacLeod & Boynton, 1979)에서 자극의 색들을 선별하여 사용하였다. 그림 4에 제시된 바와 같이 x축은 M-cone의 반응 대비 L-cone이 반응한 비율을 나타낸다($l = L/L+M$). y축은 S-cone의 반응 비율을 나

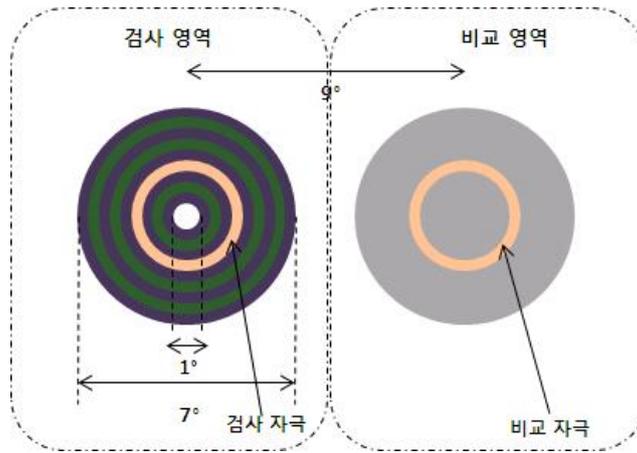


그림 3. 실험 1 자극 예시. 화면의 왼쪽에는 검사 자극이 위치했고 반대쪽에 비교 자극이 제시되었다.

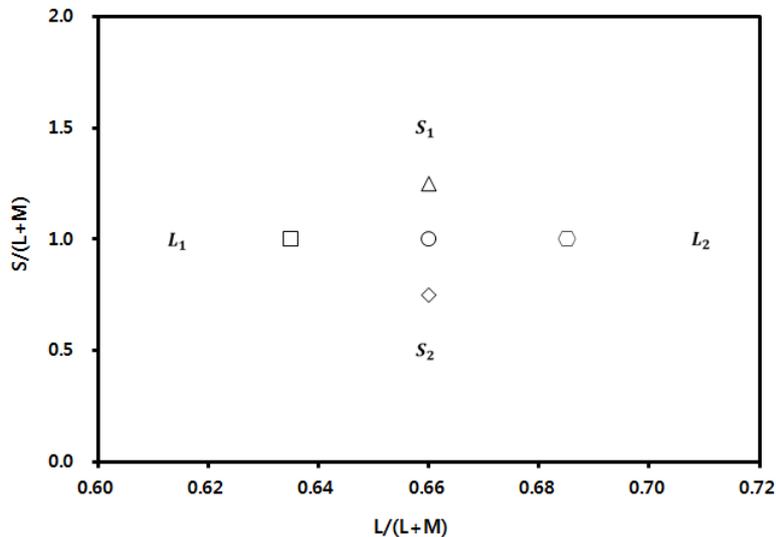


그림 4. 실험 1에 사용된 자극의 색. S_1 과 S_2 는 S-cone 패턴 자극의 유도 색이고 L_1 과 L_2 로 표시된 색은 L-cone 패턴 자극의 유도 색이다. 다섯 개의 흰색 도형으로 표시된 색은 검사 색을 의미한다.

타낸다($g = S/L+M$). S-cone 패턴 자극에 사용된 색은 보라색($l, s, Y = 0.66, 1.5, 15 \text{ cd/m}^2$)과 라임색($l, s, Y = 0.66, 0.5, 15 \text{ cd/m}^2$)이었고 보라색은 S_1 로, 라임색은 S_2 로 표시하였다.

L-cone 패턴 자극에 사용된 색은 분홍색($l, s, Y = 0.71, 1.0, 15 \text{ cd/m}^2$)과 초록($l, s, Y = 0.615, 1.0, 15 \text{ cd/m}^2$)이었으며 그림 4에서 분홍색은 L_1 로, 초록색은 L_2 로 표시하였다. 색채 유도

현상이 지각되는 영역의 원색은 그림 4에서 흰색 도형들로 표시되었다($L_s, Y = 0.66, 1.25, 15 \text{ cd/m}^2, 0.66, 0.75, 15 \text{ cd/m}^2, 0.66, 1.0, 15 \text{ cd/m}^2, 0.635, 1.00, 15 \text{ cd/m}^2, 0.685, 1.0, 15 \text{ cd/m}^2$).

시행은 총 40회(패턴 자극 조건 2 X 유도하는 색 조건 2 X 유도되는 색 조건 5 X 반복 2)로 구성되었다.

절차 실험 참가자는 본 실험에 앞서 실험에 필요한 색의 밝기를 조절하기 위한 등광도 측정 과제를 수행하였다. 등광도 측정 절차로는 heterochromatic flicker photometry(HFP) 절차를 사용하였다. 화면 전체에 밝기를 조절해야 하는 두 색이 번갈아가며 제시되었는데 이 때 두 색의 변화 속도는 15 cycle/sec이었다. 실험에 사용될 유도 색(4)과 색채 유도 현상이 지각되는 색(5), 총 9가지 색이 제시된 후 등광도 측정이 완료되면 본 실험이 진행되었다.

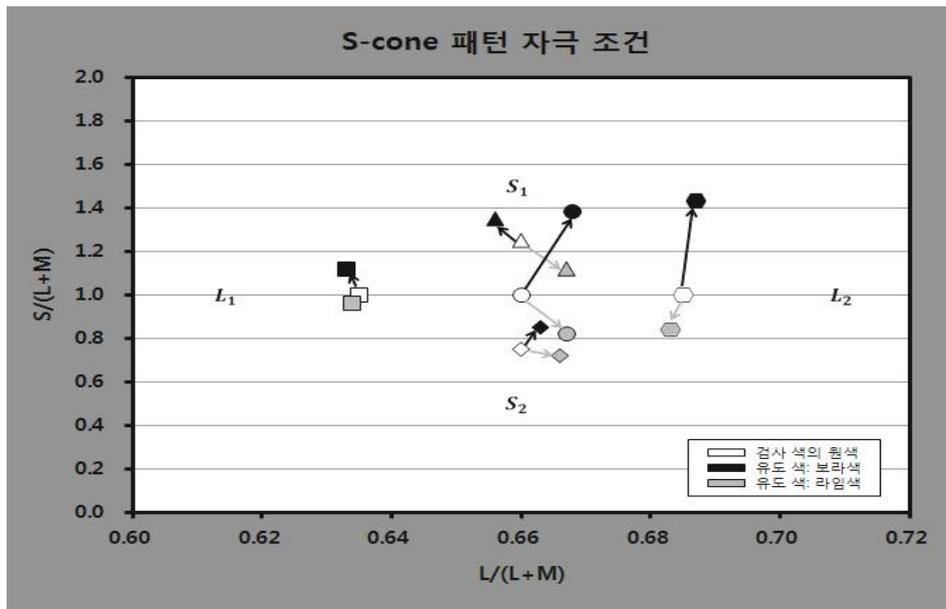
그림 5는 본 실험 화면의 일부를 도식화한 것이다. 왼쪽에 제시된 검사 자극의 색과 비교 자극의 색이 동일하다고 느껴질 때까지 특정 자판들을 눌러 색을 조절하도록 지시하였다. 실험 참가자가 두 색이 지각적으로 동일하다고 판단하여 'space bar'를 누르면 곧바로 잔상을 최소화하기 위해 3초 간 검은 화면이 제시되었다. 그 후 다음 시행 자극이 제시되는 방식으로 진행되었으며 이러한 절차가 40회 반복되었다.

결과 및 논의

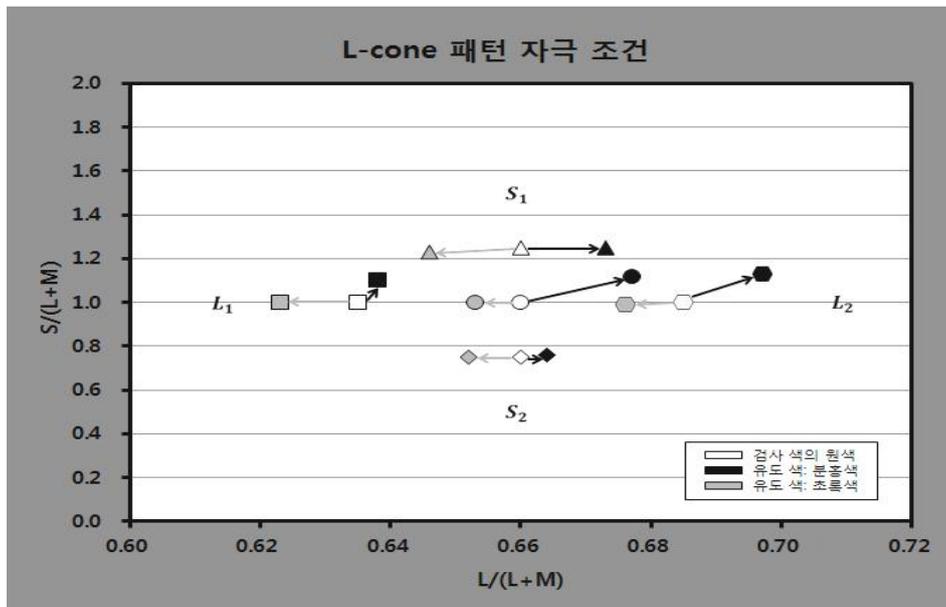
유도 색(색채 유도 현상을 유도하는 색, 주변 색)과 검사 색(색채 유도 현상이 지각되는 색)이 색채 유도 현상에 미치는 효과를 알아보았다. 그림 6은 실험 참가자 다섯 명이 실험한 결과의 평균이다(실험 참가자들 간의 결과 차이가 크지 않아 다섯 명의 평균 결과를



그림 5. 실험 1에서 자극이 제시되는 화면의 예시



(가) S-cone 패턴 자극에서 유도 색과 검사 색의 종류에 따라 지각된 색의 평균



(나) L-cone 패턴 자극에서 유도 색과 검사 색의 종류에 따라 지각된 색의 평균

그림 6. 실험 1의 결과. 검은색 도형은 유도 색이 보라색이나 분홍색일 때 지각된 검사 색의 평균을 의미하고 회색 도형은 유도 색이 라임색이거나 녹색일 때 지각된 검사 색의 평균을 나타낸다. 흰색 도형은 검사 색의 원색을 가리킨다. 화살표는 원색과 지각된 색 사이의 좌표 상 거리를 보여준다.

제시하였다). S-cone 패턴 자극과 L-cone 패턴 자극에서 모두 색채 유도 현상이 관찰되었다.

각 패턴 자극에서 유도 색의 종류에 따른 차이가 관찰되었다. S-cone 패턴 자극 그래프에서는 s 축의 값은 동일하고 l 축의 값은 다른 세 검사 색이 세로축 상에서 이동한 좌표 간 거리가 유도 색의 효과를 나타낸다. L-cone 패턴 자극 그래프에서는 l 축의 값은 동일하고 s 축의 값은 다른 세 검사 색이 가로축 상에서 이동한 좌표 간 거리를 보면 유도 색의 효과를 알 수 있다. 자극이 S-cone 패턴인 경우 유도 색이 보라색($l, s, Y = 0.66, 1.5, 15 \text{ cd/m}^2$)일 때 두 가지 검사 색($l, s, Y = 0.685, 1, 15 \text{ cd/m}^2$, $l, s, Y = 0.66, 1, 15 \text{ cd/m}^2$)과 지각된 검사 색의 평균값($l, s, Y = 0.687, 1.43, 15 \text{ cd/m}^2$, $l, s, Y = 0.668, 1.38, 15 \text{ cd/m}^2$) 사이의 차이가 크게 나타났다¹⁾. 이는 기존의 S-cone 패턴 자극을 사용한 연구 결과들과 일치하는 결과이다(Cao & Shevell, 2006; Monnier, 2008; Monnier & Shevell, 2004; Shevell, 1978; Shevell & Monnier,

2005). L-cone 패턴 자극의 경우 유도 색이 분홍색($l, s, Y = 0.71, 1.0, 15 \text{ cd/m}^2$)과 초록색($l, s, Y = 0.615, 1.0, 15 \text{ cd/m}^2$)인 경우 그림 6의 (나)에 제시된 바와 같이 원색과 지각된 색의 차이가 크지는 않았지만 두 색 모두 색채 유도 현상이 관찰되었다.

검사 색의 종류에 따라서는 그림 6의 (가), (나)에서 볼 수 있듯 S-cone 패턴의 자극과 L-cone 패턴 자극에서 모두 검사 색이 유도 색 좌표의 중간 값($l, s, Y = 0.66, 1, 15 \text{ cd/m}^2$)일 때 색채 유도 현상이 가장 강하게 지각되었다.

실험 1의 결과 S-cone 패턴 자극과 L-cone 패턴 자극에서 모두 색채 유도 현상이 나타났다. 즉 색채 대비 현상이 아닌 색채 동화 현상이 나타났다. 추상체 기반 색 좌표의 좌표 값 수치상으로는 L-cone 패턴 자극에서보다 S-cone 패턴 자극에서 검사색의 지각된 변화량이 더 크게 나타났다. 그러나 이러한 수치상의 대소를 직접적으로 색채 유도 현상의 강약으로 해석하는 데에는 주의가 필요하다. 그림 6을 보면 S-cone 패턴의 범위($0 \leq s \leq 2$)와 L-cone 패턴의 범위($0 \leq l \leq 1$)를 감안하여 비율적으로 계산하여도 L_1 과 L_2 의 좌표 상 수치의 차이는 S_1 과 S_2 사이의 차이보다 적다. 따라서 S-cone 패턴의 변화폭이 더 클 수 있다. 그러나 색 지각에서는 수치상의 변화가 반드시 지각적 변화의 양과 동질적이지는 않다는 점을 고려해야 한다. 예를 들어 수치로는 중파장과 장파장 사이의 거리가 단파장과 장파장 사이의 거리보다 가깝지만 우리 눈으로 볼 때 파란색과 빨간색보다 초록색과 빨간색이 더 비슷해보이지는 않는 것과 같다. 비록 추상체 기반 색 좌표는 비율적인 좌표를 사용하기는

1) S-cone 패턴에서 유도색의 주효과($F_{(1,4)} = 14807.384$, $p < .001$), 검사색의 주효과($F_{(4,16)} = 148.476$, $p < .001$), 유도색과 검사색의 상호작용효과($F_{(4,16)} = 94.599$, $p < .001$)는 모두 통계적으로 유의하였으며 L-cone 패턴에서도 유도색의 주효과($F_{(1,4)} = 22.747$, $p < .001$), 검사색의 주효과($F_{(4,16)} = 71.173$, $p < .001$), 유도색과 검사색의 상호작용효과($F_{(4,16)} = 22.302$, $p < .001$)는 모두 통계적으로 유의하였다. 본 연구에서는 참가자의 지각된 색 반응이 거의 유사하여 표준편차가 0.00042부터 0.06으로 매우 작았으며 이로 인해 조건간 반응이 거의 유사한 경우조차 통계적으로 유의미한 결과가 나타났다. 따라서 통계 검증 절차의 실효성이 없다고 판단하여 본문에서는 통계 검증 결과를 생략하고 결과 그래프에서 나타난 결과를 분석하였음.

하지만 그렇다고 하더라도 여전히 수치상의 변화가 질적인 지각 차이를 직접적으로 표현한다고 보기는 어렵다. 이러한 질적 차이 때문에 L-cone 자극보다는 S-cone 패턴 자극에서 색채 동화 현상이 더 강하게 나타난 것처럼 보일 수 있다.

색채 유도 현상에 미치는 유도 색 종류의 효과도 관찰되었다. 유도 색이 라임색일 때보다 보라색일 때 색채 유도 현상이 더 크게 나타난 것은 L-cone의 반응이 색채 유도 현상에 영향을 미칠 가능성을 의미하며 Shevell(1992)의 연구 결과를 일부 지지한다. 그는 유도 영역의 색에 붉은 파장의 색이 추가될 경우 색채 유도 현상이 강하게 지각된다고 보고하였다. 이 또한 유도 색의 질적 차원 때문일 수 있다. 보라색과 라임색은 좌표 상 l 축에서 동일한 지점에 있으나 R, G, B 차원에서 다르다. 보라색은 R, G, B 차원에서 보면 R이 높다. 이는 붉은 색이 많이 혼합되었다는 것을 의미한다. 검사 색도 색채 유도 현상에 영향을 줄 수 있음이 관찰되었다. S-cone 패턴 자극에서 S-cone의 반응은 고정된 채 L-cone의 반응만 다른 세 가지 검사 색($l, s, Y = 0.635, 1, 15 \text{ cd/m}^2$, $l, s, Y = 0.66, 1, 15 \text{ cd/m}^2$, $l, s, Y = 0.685, 1, 15 \text{ cd/m}^2$) 중에서 S-cone의 반응이 중간인 두 검사 색($l, s, Y = 0.66, 1, 15 \text{ cd/m}^2$, $l, s, Y = 0.685, 1, 15 \text{ cd/m}^2$)에서 색채 유도 현상이 크게 나타났었다. L-cone 패턴 자극에서 L-cone의 반응은 고정된 채 S-cone의 반응만 다른 세 가지 검사 색 중에서는 L-cone의 반응이 중간인 두 색($l, s, Y = 0.66, 1, 15 \text{ cd/m}^2$, $l, s, Y = 0.66, 1.25, 15 \text{ cd/m}^2$)에서 색채 유도 현상이 크게 나타났었다. 이는 Shevell과 Monnier(2005)의 연구 결과와

일치하며 S-cone 패턴 자극에서는 검사 색의 l 축 값, L-cone 패턴에서는 검사 색의 s 축 값이 색채 유도 현상의 지각 정도에 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

색채 유도 현상을 일으키는 자극의 구성 색들은 제시 방법의 영향을 받을 수 있다. 선행 연구에 따르면 자극이 같은 색으로 구성된 경우에도 공간 주파수에 따라 다르게 지각될 수 있으며 공간 주파수가 낮은 경우 색채 대비 현상이 일어나기도 한다(Shevell & Monnier, 2005; Smith, Jin, & Pokorny, 2001). 따라서 공간 주파수의 수준을 다양하게 조작하여 색채 동화 현상이 나타나는 알아볼 필요가 있다. 전체적인 자극 형태에 따라서도 색채 유도 현상이 다르게 나타날 수 있을 것이다. 공간 주파수와 자극 형태가 색채 유도 현상에 미치는 영향을 실험 2에서 알아보았다.

실험 2. 공간 주파수와 자극의 형태가 색채 유도 현상에 미치는 효과

망막에 있는 추상체들의 공간적 배열은 균등하지 않다. L-cone과 M-cone은 많으며 조밀하지만 S-cone은 다른 추상체들에 비하여 매우 적고 흩어져 있다. 이러한 추상체의 공간적 배열이 색채 유도 현상에 영향을 미칠 가능성이 있을 것이다. 자극의 공간 주파수(spatial frequency)를 조작하여 이를 알아볼 수 있을 것이다. 선행 연구들에 따르면 공간 주파수가 색채 유도 현상에 영향을 미칠 수 있다(Barnes, Wei, & Shevell, 1999; Delahunt & Brainard, 2000; Derrington, Krauskopf, & Lennie, 1984; Shevell & Monnier, 2005; Smith, Jin, & Pokorny, 2001). 그

러나 공간 주파수의 구체적 효과에 대해서는 연구 간에 상충되는 부분이 있다. Smith, Jin 그리고 Pokorny(2001)의 연구 결과와 Shevell과 Monnier(2005)의 연구 결과는 공간 주파수에 따라 색채 유도 현상이 달라진다고 보고하였다. 두 연구에서 모두 1 cpd 보다 낮은 공간 주파수에서 색채 대비 현상이 지각되었다. 그러나 Smith 등(2001)은 이들이 사용한 직선 자극 중 공간 주파수가 가장 높았던 9 cpd 조건일 때 색채 동화 현상이 가장 강하게 일어난다고 보고하였다. 반면 Shevell과 Monnier(2005)의 결과에 따르면 자극의 공간 주파수가 3.3 cpd일 때 색채 유도 현상이 가장 강하게 일어

나고 3.3 cpd 이상으로 높아질 경우 색채 동화 현상이 점점 약해졌다. 두 연구의 이러한 차이는 두 가지 이유 때문에 나타났을 수 있다. 첫째로 Shevell과 Monnier의 연구에서는 자극의 공간 주파수 수준에 관계없이 검사 색 영역을 항상 고정시킨 채 실험했기 때문일 수 있다. 둘째로 사용된 자극 형태의 영향을 받았기 때문일 수 있다. Smith 등의 연구에서는 직선 자극을 사용하였고 Shevell 과 Monnier는 동심원 자극을 사용하였다. 이러한 자극 형태의 차이가 색 지각에 영향을 미쳤을 수 있다. 이에 따라 실험 2에서는 동심원 자극, 동심원 자극을 반으로 나눈 호 자극, 직선 자극을 모두

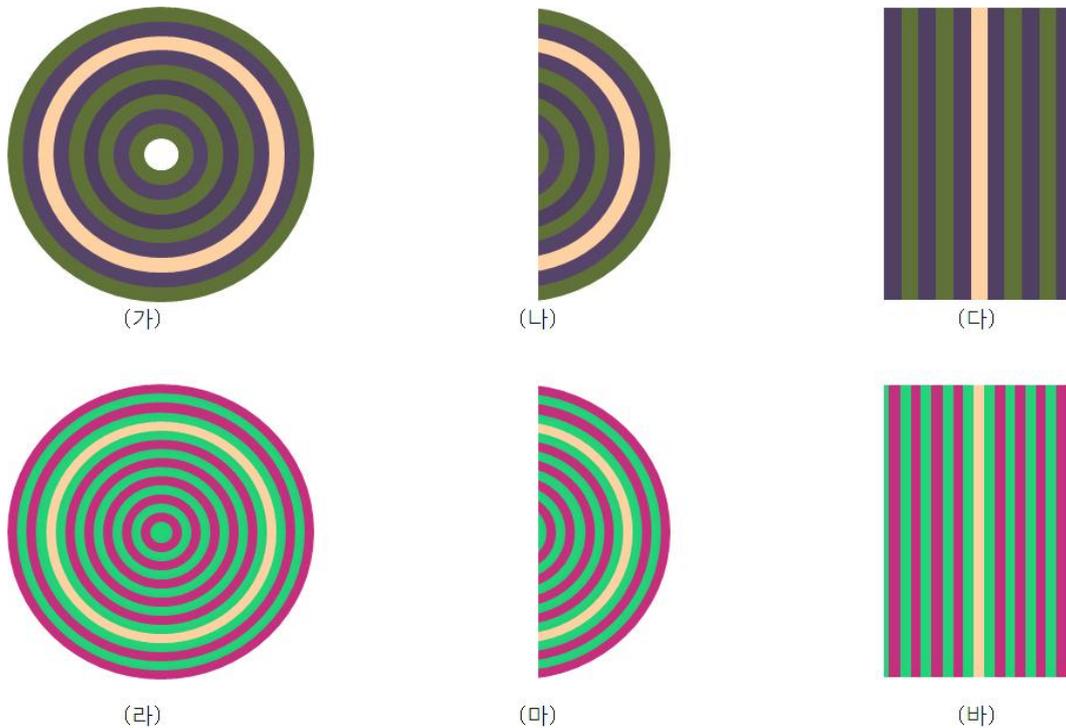


그림 7. 실험 2 자극 예시. (가), (나), (다)는 S-cone 패턴 자극이고 7 cpd 자극이다. (라), (마), (바)는 L-cone 패턴 자극이며 11 cpd 자극이다. (가)와 (라)는 Shevell과 Monnier(2005)가 사용한 것과 같은 동심원 자극이고 (나)와 (마)는 호 자극이다. 마지막으로 (다), (바)는 직선 자극이다.

사용하여 공간 주파수가 색채 유도 현상에 미치는 효과를 알아보았다. 실험 1에서 살펴본 유도 색의 종류에 따른 효과를 확인하기 위해 S-cone 패턴과 L-cone 패턴을 사용하였다.

방 법

참가자 실험 1의 참가자와 동일하였다.

장치 및 자극 실험 1과 동일한 장치들을 사용하였고, 실험 1에서 사용한 방식과 동일하게 자극의 색을 선정하였다. 유도 색은 실험 1에서 사용한 색과 동일한 색을 사용하였고 검사 색의 I, J, Y 값은 0.66, 1, 15 cd/m^2 이었다. 자극의 크기는 각각 시각(visual angle)으로 $7^\circ \times 7^\circ$ 이었다. 자극의 형태는 실험 1의 자극과 동일한 형태인 동심원 자극을 비롯하여 호 자극과 직선 자극이 사용되었다. 자극의 공간 주파수는 총 다섯 단계로 구분되었고 각각 1 cpd, 2 cpd, 4 cpd, 7 cpd, 11 cpd로 구성되었다. 검사 고리의 폭은 개별 자극의 공간 주파수 비율에 맞게(유도 고리의 폭과 동일하게) 제시하였다. 자극의 일부가 그림 7에 제시되었다.

절차 실험 절차는 실험 1과 동일하였다. 시행 수는 총 120회(패턴 자극 2 X 유도하는 색 조건 2 X 공간 주파수 조건 5 X 자극의 형태 조건 3 X 반복 2)이었다.

결과 및 논의

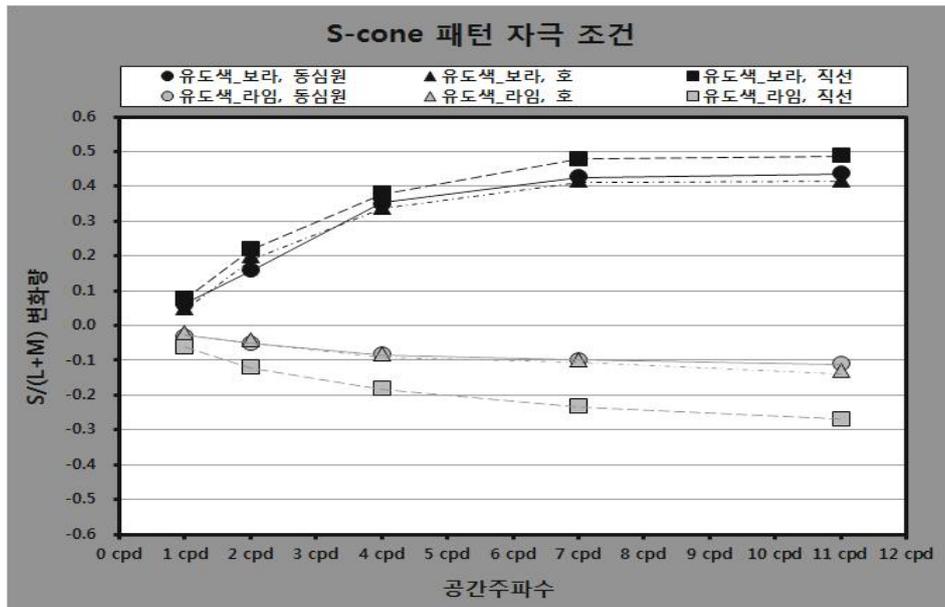
공간 주파수와 자극의 형태에 따라 색채 유도가 지각되는 정도가 달라지는지 그리고 경

우에 따라 색채 대비 현상이 나타나기도 하는지 알아보았다. S-cone 패턴 자극과 L-cone 패턴 자극에서 자극의 형태 별 유도 색에 따라 지각된 검사 색의 변화량은 다섯 명의 실험 참가자 결과가 크게 다르지 않았기 때문에 다섯 명 자료의 평균값으로 그림 8에 제시하였다²⁾. S-cone 패턴 자극 조건과 L-cone 패턴 자극 조건을 비교한 결과 두 조건에서 모두 색채 유도 현상이 나타났다. S-cone 패턴에서는

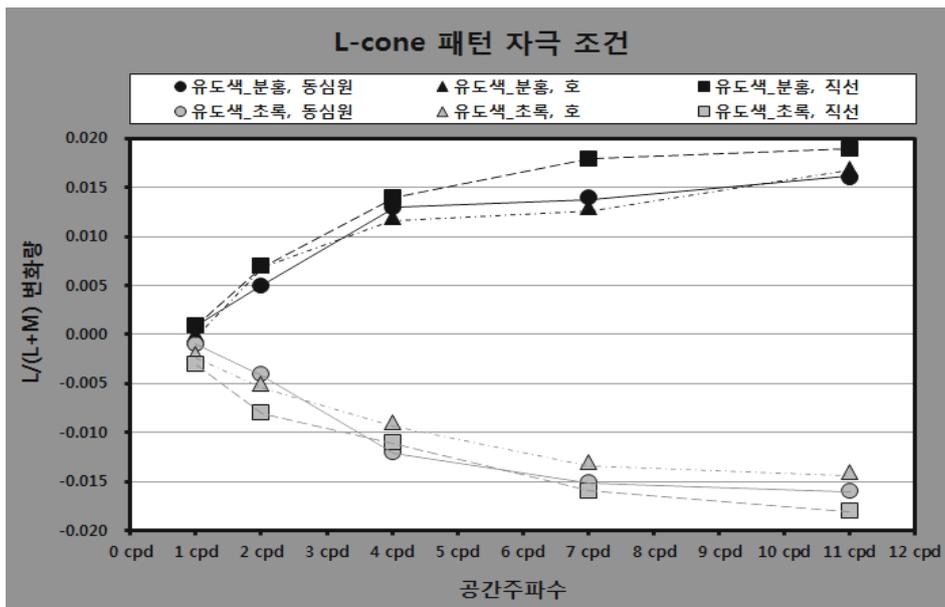
2) S-cone 패턴 조건에서 유도색이 보라색일 때 자극 형태의 주효과($F_{(2,8)} = 1311.174, p < .001$), 공간 주파수의 주효과($F_{(4,16)} = 32123.082, p < .001$), 자극 형태와 공간 주파수의 상호작용 효과($F_{(8,32)} = 96.142, p < .001$)는 모두 통계적으로 유의하였다. S-cone 패턴 조건에서 유도색이 라임색일 때 자극 형태의 주효과($F_{(2,8)} = 21466.422, p < .001$), 공간 주파수의 주효과($F_{(4,16)} = 8685.042, p < .001$), 자극 형태와 공간 주파수의 상호작용 효과($F_{(8,32)} = 717.812, p < .001$)는 모두 통계적으로 유의하였다.

L-cone 패턴 조건에서 유도색이 분홍색일 때 자극 형태의 주효과($F_{(2,8)} = 8.006, p < .001$), 공간 주파수의 주효과($F_{(4,16)} = 9.341, p < .001$), 자극 형태와 공간 주파수의 상호작용 효과($F_{(8,32)} = 8.113, p < .001$)는 모두 통계적으로 유의하였다. L-cone 패턴 조건에서 유도색이 초록색일 때 자극 형태의 주효과($F_{(2,8)} = 9.849, p < .001$), 공간 주파수의 주효과($F_{(4,16)} = 16.823, p < .001$), 자극 형태와 공간 주파수의 상호작용 효과($F_{(8,32)} = 10.444, p < .001$)는 모두 통계적으로 유의하였다.

본 연구에서는 참가자의 지각된 색 반응이 거의 유사하여 표준편차가 거의 0에 가까운 수(0.00001부터 0.006)으로 매우 작았으며 이로 인해 조건간 반응이 거의 유사한 경우조차 통계적으로 유의미한 결과가 나타났다. 따라서 통계 검증 절차의 실효성이 없다고 판단하여 본문에서는 통계 검증 결과를 생략하고 결과 그래프에서 나타난 결과를 분석하였음.



(가) S-cone 패턴 자극에서 자극 형태 별 유도 색에 따라 지각된 검사 색의 변화량 평균



(나) L-cone 패턴 자극에서 자극 형태 별 유도 색에 따라 지각된 검사 색의 변화량 평균

그림 8. 범례의 모양은 자극 형태를 보여준다. 원은 동심원 자극, 세모는 호 자극, 사각형은 직선 자극이다. 범례의 색은 유도 색을 나타낸다. 검정색은 보라색 혹은 분홍색의 유도 색을 의미하고, 회색은 라임색이나 초록색의 유도 색을 가리킨다.

유도색이 보라색일 때 공간 주파수가 높아질수록 색채 유도 현상이 더 강하게 나타났으나 라임색의 경우에는 공간 주파수에 따라 색채 유도 현상이 더 강해지는 경향이 약하게 나타났으나 크게 변화하지 않았다. L-cone 패턴에서는 유도색이 분홍색일 때와 초록색일 때 모두 비슷하게 공간 주파수가 높아질수록 색채 유도 현상이 강하게 지각되었다. 실험 결과 자극의 형태와 관계없이 공간 주파수가 높아질수록 색채 유도 현상이 강하게 지각되는 경향이 나타났다(그림 8). 이는 기존의 연구들과 일치하는 결과이다.

공간 주파수가 1 cpd 보다 높은 공간 주파수에서 색채 유도 현상이 지각된다는 점은 Smith, Jin 그리고 Pokorny(2001)의 연구, Shevell과 Monnier(2005)의 연구 둘 다와 일치하였다. 공간 주파수가 높을 때는 두 연구 결과가 상이하였다. Smith 등의 연구에서는 공간 주파수가 높아짐에 따라 점점 색채 유도 현상이 강하게 지각된 반면 Shevell과 Monnier의 연구에서는 공간 주파수가 일정 시점(3.3 cpd)을 넘으면 자극에서 색채 유도 현상이 감소하는 경향이 나타났다. Shevell과 Monnier의 연구에서 검사 색 영역의 폭이 고정되었기 때문에 높은 공간주파수 조건에서는 검사 색 영역에 비해 유도 색 영역이 상대적으로 매우 작아지게 된다. 이러한 이유로 유도 색의 영향이 감소한 것일 가능성이 높다. 자극의 공간 주파수와 같은 비율로 검사 색 영역의 폭도 함께 변화시켜서 두 영역의 상대적 비중을 일정하게 유지시킨 본 연구에서는 7 cpd까지는 공간 주파수가 높아질수록 색채 유도 현상이 강하게 지각되다가 이후 감소하지 않고 일정 수준을 유

지하는 경향이 있었다. 이러한 경향은 L-cone 패턴자극이나 S-cone 패턴자극에서 모두 일관적으로 관찰되었다. 또한 자극의 전체 형태에 관계없이 이러한 경향이 나타났다.

Smith 등의 연구를 지지하는 결과가 나타났으나 이들의 연구에서는 자극의 패턴(S-cone 패턴, L-cone 패턴)을 체계적으로 통제하지 않았다. 이 때문에 공간 주파수의 효과가 자극의 색 구성에 따라 달라지는지 여부를 알 수 없었다. S-cone 패턴과 L-cone 패턴이 모두 통제된 본 연구의 결과 색 구성(S-cone 패턴, L-cone 패턴)에 관계없이 공간 주파수가 높아질수록 색채 유도 현상이 더 강해지는 것을 알 수 있었다.

자극의 형태에 따른 색채 유도 현상의 변화를 알아본 결과 자극 형태에 따른 차이는 거의 관찰되지 않았다. 색채 유도 현상에 자극의 전체적 틀은 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. 이러한 결과는 색채 유도 현상의 발생이 전체 자극 형태를 파악하는 단계 이전, 즉 시각정보처리의 초기 단계와 관계가 있음을 강하게 시사한다.

종합논의

유도 색, 색채 유도 현상이 지각되는 색, 공간 주파수 그리고 자극의 형태가 색채 유도 현상에 미치는 효과들을 알아보았다. 실험 1에서는 유도 색과 검사 색에 따른 색채 유도 현상의 변화를 알아보았다. 그 결과 유도 색이 보라색일 때 색채 유도 현상이 강하게 지각되었다. 이러한 결과는 유도 색이 440nm 조건에서 색채 유도 현상이 강하게 지각된다는

Shevell(1992)의 연구 결과와 일치한다. Monnier와 Shevell(2004)의 연구 결과와도 일치한다. 이들의 연구에서도 유도 색이 보라색인 조건에서 색채 유도 현상이 강하게 나타났다. 보라색은 라임색과 같이 L-cone의 반응은 동일하고 S-cone의 반응만 조작된 S-cone 패턴의 색이다. 그러나 보라색은 라임색과 달리 질적 차원에서 보면 R, G, B 중 B뿐 아니라 R도 높은 색이다. 이러한 질적 차원이 함께 영향을 준 것일 수 있다. 그 동안 기존 연구들이 사용해 온 추상체 색 기반 좌표(MacLeod & Boynton, 1979; Monnier & Shevell, 2004; Shevell & Monnier, 2005)에서는 질적 차원을 함께 표현해 주지는 못하기 때문에 후속 연구에서는 이러한 점들이 고려될 필요가 있을 것으로 보인다. 본 연구에서는 L-cone 패턴도 통제하여 색채 유도 현상이 나타나는지 알아본 결과 L-cone 패턴에서도 색채 유도 현상이 지각되었다. L-cone 패턴에서 나타난 색채 유도 현상의 수치 변화 폭은 S-cone 패턴에서보다 작았다. 이는 각 패턴의 질적 차이 때문일 수 있다.

실험 2에서는 공간 주파수 변화와 자극의 형태가 색채 유도 현상에 미치는 효과를 알아보았다. Shevell과 Monnier(2005)의 연구에서는 공간주파수 증가에 따라 특정 시점까지는 색채 유도 현상이 강해지다가 이후 약해지는 역 'U'자형 결과를 보고하였다. 이들의 연구에서는 자극의 공간주파수를 증가시키더라도 검사 색 영역을 고정시켜 높은 공간주파수 조건에서는 검사 색 영역에 비해 유도 색 영역의 비율이 낮아지기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 볼 수 있다. 공간주파수가 증

가하더라도 검사 색 영역과 유도 색 영역의 상대적 비율을 고정시킨 본 연구에서는 공간주파수가 증가함에 따라 특정 임계치에 접근하는 형태의 결과를 보였다. 이는 공간적으로 인접할수록 색채유도현상이 강하게 나타나며 공간적으로 먼거리일 때 색채대비 현상이 나타난다는 이전 연구 결과들과 일치하는 것이다.

공간주파수가 증가함에 따라 부적으로 가속화된 단조증가 함수의 형태로 색채 유도 현상이 나타나는 경향은 S-cone 패턴이나 L-cone 패턴에 관계없이 나타났다. 또한 자극이 동심원 형태이거나 호 또는 직선의 형태인 조건 모두에서 이러한 경향이 관찰되었다. 색 패턴이나 자극의 형태에 무관하게 일정한 경향을 보이는 이와 같은 결과는 색채 유도 현상이 시각 정보처리의 초기단계에 발생하는 것임을 시사한다.

참고문헌

- Barnes, C. S., Wei, J., & Shevell, S. K. (1999). Chromatic induction with remote chromatic contrast varied in magnitude, spatial frequency, and chromaticity. *Vision Research*, 39, 3561-3574.
- Bäumel, K. (1995). Illumination changes under different surface collections: Examining some principles of color appearance. *Journal of the Optical Society of America*, 12, 261-271.
- Cao, D., & Shevell, S. K. (2005). Chromatic assimilation: Spread light or neural mechanism? *Vision Research*, 45, 1031-1045.

- Delahunt, P. B., & Brainard, D. H. (2000). Control of chromatic adaptation: Signals from separate cone classes interact. *Vision Research*, 40, 2885-2903.
- Derrington, A. M., Krauskopf, J., & Lennie, P. (1984). Chromatic mechanisms in lateral geniculate nucleus of macaque. *The Journal of Physiology (London)*, 357, 241-65.
- Devinck, F., Hardy, J. L., Delahunt, P. B., Spillmann, L., & Werner, J. S. (2006). Illusory spreading of watercolor. *Journal of Vision*, 6, 625-633.
- Engel, S. A., & Furmanski, C. S. (2001). Selective adaptation to color contrast in human primary visual cortex. *The Journal of Neuroscience*, 21(11), 3949-3954.
- Jenness, J. W., & Shevell, S. K. (1995). Color appearance with sparse chromatic context. *Vision Research*, 35, 797-805.
- Logvinenko, A. D., & Hutchinson, S. J. (2007). Evidence for the existence of colour mechanisms producing unique hues as derived from a colour illusion based on spatio-chromatic interactions. *Vision Research*, 47, 1315-1334.
- Macleod, D. I. A., & Boynton, R. N. (1979). Chromaticity diagram showing cone excitation by stimuli of equal luminance. *Journal of the Optical Society of America*, 69, 1183-1186.
- Monnier, P. (2008). Standard definitions of chromatic induction fail to describe induction with S-cone patterned backgrounds. *Vision Research*, 48, 2708-2714.
- Monnier, P., & Shevell, S. K. (2004). Chromatic induction from S-cone patterns. *Vision Research*, 44, 849-856.
- Sekiguchi, N., Williams, D. R., & Brainard, D. H. (1993). Aberration-free measurements of the visibility of isoluminant gratings. *Journal of the Optical Society of America A*, 10(10), 2105-2117.
- Shevell, S. K. (1978). The dual role of chromatic backgrounds in color perception. *Vision Research*, 18, 1649-1661.
- Shevell, S. K. (1992). Redness from short-wavelength-sensitive cones does not induce greenness. *Vision Research*, 32, 1551-1556.
- Shevell, S. K. (2003). *The science of color* (2nd ed.). Oxford, UK: Elsevier, pp. 149-190.
- Shevell S. K., & Monnier, P. (2005). Color shifts from S-cone patterned backgrounds: Contrast sensitivity and spatial frequency selectivity. *Vision Research*, 45, 1147-1154.
- Shevell, S. K., & Cao, D. (2006). Chromatic assimilation measured by temporal nulling. *Vision research*, 46(1), 106-116.
- Singer, B., & D'Zmura, M. (1994). Color Contrast induction. *Vision Research*, 34, 3111-3126.
- Smith, V. C., Jin, P. Q., & Pokorny, J. (1998). Color appearance: Neutral surrounds and spatial contrast. *Vision Research*, 38, 3265-3269.
- Smith, V. C., Jin, P. Q., & Pokorny, J. (2001). The role of spatial frequency in color induction. *Vision Research*, 41, 1007-1021.
- Walraven, J. (1973). Spatial characteristics of

chromatic induction: The segregation of lateral effects from stray light artefacts. *Vision Research*, 13, 1739-1753.

1 차원고접수 : 2013. 05. 20

수정원고접수 : 2013. 12. 12

최종게재결정 : 2013. 12. 27

The effects of color, spatial frequency and shape on chromatic induction

Cha, Han Nim

Song, Jaeseon

Jung, Woo Hyun

Department of psychology, Chunbuk National University

Two experiments were conducted to investigate the impact of color, spatial frequency and shape on chromatic induction. In experiment 1, the effects of inducing colors and test colors were examined. Stimuli were S-cone patterns and L-cone patterns of concentric circles. The result of experiment 1 showed that chromatic induction occurred both with S-cone and L-cone patterns. In particular, chromatic induction was strong when inducing colors in the S-cone patterns were purple. Test colors also affected chromatic induction. In experiments 2, the effect of spatial frequency and shape of the stimulus were tested. Three types of shape were used as stimuli; concentric circle like in experiment 1, straight line and arc. The result of experiment 2 showed that, if spatial frequency was higher chromatic induction was strong in all shape of stimuli. These results imply that chromatic induction is concerned with early stage of visual information process.

Key words : chromatic induction, chromatic assimilation, surrounding color, spatial frequency, S-cone pattern, L-cone pattern